



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 321 661 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2003 Patentblatt 2003/26

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**

(21) Anmeldenummer: **02017114.6**

(22) Anmeldetag: **30.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Boecking, Friedrich**
70499 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **22.12.2001 DE 10163908**

(54) **Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen**

(57) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige Ventilnadel (5) längsverschiebbar angeordnet ist. Zwischen der Ventilnadel (5) und der Wand der Bohrung (3) ist ein mit Kraftstoff befüllbarer Druckraum (19) ausgebildet, aus dem Kraftstoff wenigstens einer am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Einspritzöffnung (11) zufließen kann. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ist ein konischer Ventilsitz (9) ausgebildet, an dem die Ventilna-

del (5) in ihrer Schließstellung mit einer an ihrem brennraumseitigen Ende ausgebildeten Ventildichtfläche (7) zur Abdichtung der wenigstens einen Einspritzöffnung (11) gegen den Druckraum (19) zur Anlage kommt. Die Ventildichtfläche (7) umfasst eine erste konische Fläche (30) und eine zweite konische Fläche (32). Im Ventilsitz (9) verläuft in einer Radialebene der Bohrung (3) eine erste Ringnut (36) und eine stromabwärts der ersten Ringnut (36) und parallel zu dieser angeordneten zweite Ringnut (38) (Fig. 1).

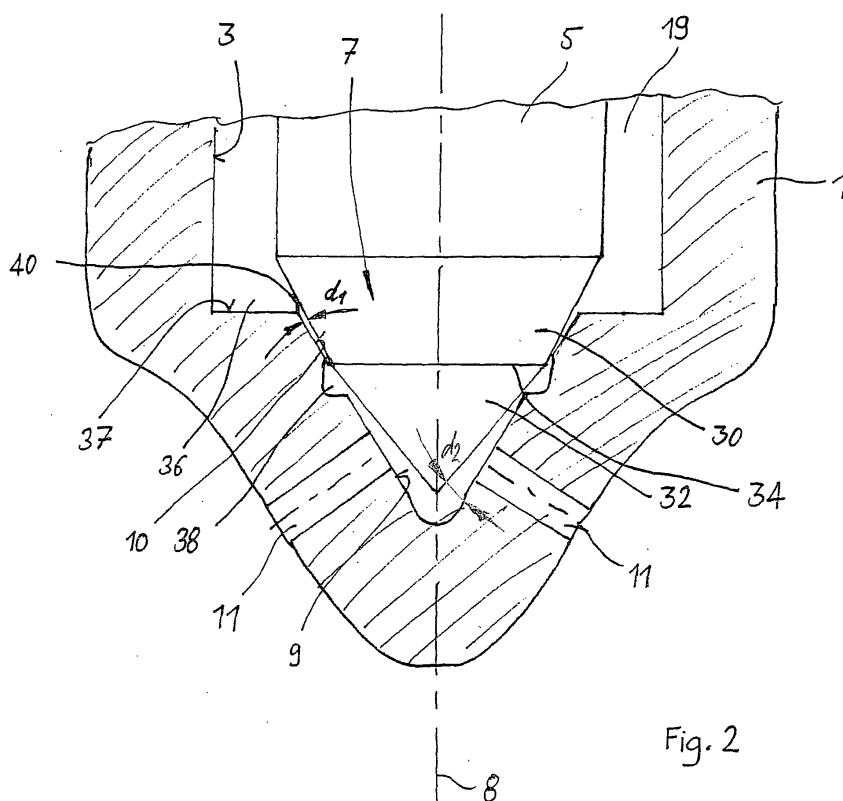


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es aus der Schrift DE 199 42 370 A1 bekannt ist. Bei diesem Kraftstoffeinspritzventil ist eine Ventilnadel in der Bohrung eines Ventilkörpers längsverschiebbar angeordnet, wobei zwischen der Wand der Bohrung und der Ventilnadel ein mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbarer Druckraum ausgebildet ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung ist im Ventilkörper mehrere Einspritzöffnungen ausgebildet, durch die die Bohrung mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbunden ist. Ebenfalls am brennraumseitigen Ende ist ein konischer Ventilsitz ausgebildet, an dem die Ventilnadel in ihrer Schließstellung mit einer Ventildichtfläche zur Anlage kommt. In der Schließstellung der Ventilnadel kann der Kraftstoff aus dem Druckraum nicht zu den Einspritzöffnungen fließen. Durch Abheben der Ventilnadel vom Ventilsitz fließt Kraftstoff aus dem Druckraum zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz hindurch den Einspritzöffnungen zu und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0002] Um eine sichere Abdichtung am Ventilsitz zu erreichen weist die Ventildichtfläche zwei konische Flächen auf, wobei die erste konische Fläche stromaufwärts der zweiten konischen Fläche angeordnet ist und beide konischen Flächen direkt aneinander grenzen. Der Öffnungswinkel der ersten konischen Fläche ist hierbei kleiner als der Öffnungswinkel des Ventilsitzes, welcher wiederum kleiner ist als der Öffnungswinkel der zweiten konischen Fläche. Dadurch wird am Übergang der beiden konischen Flächen eine Ringkante gebildet, die in Schließstellung der Ventilnadel am Ventilsitz zur Anlage kommt und durch die relativ hohe Flächenpressung eine gute Dichtheit erzeugt.

[0003] Die Ventilnadel wird in der Bohrung durch den hydraulischen Druck, der auf Teile der Ventildichtfläche wirkt, entgegen einer auf den Ventilsitz gerichteten Schließkraft bewegt. Der Druck, bei dem die Ventilnadel gerade eben vom Ventilsitz abhebt, wird als Öffnungsdruck bezeichnet. Dieser ist abhängig vom hydraulisch wirksamen Sitzdurchmesser der Ventilnadel am Ventilsitz, welcher bei der oben beschriebenen Geometrie dem Durchmesser der Dichtkante entspricht. Dies gilt jedoch nur, solange keine Verformungen von Ventilnadel und Ventilsitz auftreten. Im Betrieb kommt es stets zu einer elastischen und, insbesondere nach längerem Betrieb, zu einer plastischen Verformung der Ventildichtfläche durch die Ventilnadel. So kann sich der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser der Ventilnadel mit der Zeit ändern und damit auch der Öffnungsdruck. Um dem entgegenzuwirken ist es aus der Schrift DE 196 34 933 A1 bekannt, zwischen den beiden konischen Flächen der Ventildichtfläche eine Ringnut in die Ventilnadel einzubringen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass

die Steifigkeit der Ventilnadel vermindert wird, was im Bereich der Ringnut zu einer Verformung der Ventilnadel führen kann. Dadurch wäre die Funktionsfähigkeit des gesamten Kraftstoffeinspritzventils in Frage gestellt.

[0004] Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass der hydraulisch wirksame Durchmesser der Ventilnadel am Ventilsitz über die gesamte Lebensdauer erhalten bleibt, ohne dass die Steifigkeit der Ventilnadel vermindert wird. Hierzu sind im Ventilsitz zwei zueinander parallele Ringnuten ausgebildet, die jeweils in Radialebenen zur Längsachse der Bohrung verlaufen. Die Ventilnadel liegt hierbei zwischen den beiden Ringnuten am Ventilsitz an. Hierdurch wird die Fläche des Ventilsitzes, an der die Ventilnadel anliegt, begrenzt und damit auch der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser der Ventilnadel.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist der Differenzwinkel zwischen der ersten konischen Fläche und dem konischen Ventilsitz größer als der Differenzwinkel zwischen der zweiten konischen Fläche und dem Ventilsitz. Dadurch wird die Konstanz des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers weiter unterstützt.

[0007] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die erste Ringnut als Flachsenkung der Bohrung ausgestaltet. Auf diese Weise lässt sich die erste Ringnut in einfacher Art und Weise mit hoher Präzision herstellen. Besonders vorteilhaft ist hier, dass die erste Ringnut ohne weitere Maßnahmen stets mit dem Druckraum verbunden bleibt, damit die Ventildichtfläche vom Kraftstoffdruck im Druckraum zu jedem Zeitpunkt beaufschlagt ist.

[0008] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

[0009] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Kraftstoffeinspritzventil,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes und
- Figur 3 denselben Ausschnitt wie Figur 2 eines weiteren Ausführungsbeispiels.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0010] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils im Längsschnitt dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Boh-

rung 3 ausgebildet, die eine Längsachse 8 aufweist und in der eine kolbenförmige Ventilnadel 5 längsverschiebbar angeordnet ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung 3 ist ein konischer Ventilsitz 9 angeordnet, in dem wenigstens eine Einspritzöffnung 11 ausgebildet ist, die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in den Brennraum der Brennkraftmaschine mündet. Die Ventilnadel 5 ist in einem Führungsabschnitt 23 der Bohrung 3 dichtend geführt und verjüngt sich dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 13. An ihrem brennraumseitigen Ende geht die Ventilnadel 5 in eine Ventildichtfläche 7 über, die in Schließstellung der Ventilnadel 5 am Ventilsitz 9 anliegt. Zwischen der Ventilnadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Druckraum 19 ausgebildet, der auf Höhe der Druckschulter 13 radial erweitert ist. In diese radiale Erweiterung des Druckraums 19 mündet eine im Ventilkörper 1 verlaufende Zulaufbohrung 25, über die der Druckraum 19 mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist, die im Druckraum 19 ständig oder zeitweise einen hohen Kraftstoffdruck aufbaut. Die Ventilnadel 5 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Vorrichtung mit einer Schließkraft beaufschlagt, die auf die Ventilnadel 5 in Richtung des Ventilsitzes 9 wirkt. Dadurch wird die Ventilnadel 5 mit der Ventildichtfläche 7 gegen den Ventilsitz 9 gepresst, so dass kein Kraftstoff aus dem Druckraum 19 zu den Einspritzöffnungen 11 gelangen kann. Soll eine Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine stattfinden, so wird der Druck im Druckraum 19 soweit erhöht, bis bei Erreichen eines Öffnungsdrucks die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 13 und auf Teile der Ventildichtfläche 7 die Schließkraft übersteigt. Die Ventilnadel 5 hebt dann mit ihrer Ventildichtfläche 7 vom Ventilsitz 9 ab, und es fließt Kraftstoff aus dem Druckraum 19 zwischen der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 9 hindurch den Einspritzöffnungen 11 zu und wird von dort in den Brennraum eingespritzt. Die Einspritzung wird entweder durch eine Erhöhung der Schließkraft oder durch eine Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr in den Druckraum 19 beendet. Die Ventilnadel 5 gleitet, getrieben von der Schließkraft, zurück in Anlage am Ventilsitz 9 in ihre Schließstellung und unterbricht so die Kraftstoffzufuhr zu den Einspritzöffnungen 11.

[0011] Figur 2 zeigt eine Vergrößerung der Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes 9. Die Ventildichtfläche 7 unterteilt sich in eine erste konische Fläche 30 und eine zweite konische Fläche 32, wobei am Übergang der beiden Flächen eine Ringkante 34 ausgebildet ist. Der Öffnungswinkel der ersten konischen Fläche 30 ist hierbei kleiner als der Öffnungswinkel des konischen Ventilsitzes 9, welcher wiederum kleiner ist als der Öffnungswinkel der zweiten konischen Fläche 32. Im Ventilsitz 9 ist eine erste Ringnut 36 ausgebildet und eine dazu parallele zweite Ringnut 38, wobei beide Ringnuten 36,38 bezüglich der Längsachse 8 der Bohrung 3 in einer Radialebene liegen. Die erste Ringnut 36 ist als Flachsenkung der Bohrung 3 ausgeführt, so dass dadurch ein

Ringabsatz 37 gebildet wird. Die am Übergang des Ringabsatzes 37 zur Ventildichtfläche 9 gebildete Kante 40 und die zweite Ringnut 38 begrenzen den Teil des Ventilsitzes 9, der als Anlagefläche 10 für die Ventilnadel 5 dient. Die Ringkante 34 ist in Schließstellung der Ventilnadel 5 entweder innerhalb dieses Abschnitts des Ventilsitzes 9 oder auf Höhe der zweiten Ringnut 38 angeordnet.

[0012] Wären die Ventilnadel 9 und der Ventilkörper 1 ideal starr, so würden sich die Ventilnadel 5 und der Ventilsitz 9 nur an der Ringkante 34 oder am Übergang des Ventilsitzes 9 zur zweiten Ringnut 38 berühren. Aufgrund der auftretenden elastischen Verformungen liegt die Ventilnadel 5 auf der gesamten Anlagefläche 10 auf oder zumindest auf dem größten Teil derselben, so dass sich die auftretenden Flächenpressungen entsprechend reduzieren. Durch die beiden Ringnuten 36,38 ist auf jeden Fall sichergestellt, dass die Anlagefläche 10 nicht über die durch die Ringnuten 36,38 begrenzte Fläche hinaus anwachsen kann. Dadurch wird auch die vom Kraftstoffdruck im Druckraum 19 beaufschlagte Teilfläche der ersten konischen Fläche 30 festgelegt und damit auch der Öffnungsdruck der Ventilnadel 5, da hierfür neben der Fläche der Druckschulter 13 auch die entsprechende Teilfläche der Ventildichtfläche 7 bestimmend ist.

[0013] Der Differenzwinkel d_1 zwischen der ersten konischen Fläche 30 und dem Ventilsitz 9 ist kleiner als der Differenzwinkel d_2 zwischen der zweiten konischen Fläche 32 und dem Ventilsitz 9, was der sogenannten inversen Sitzwinkeldifferenz entspricht. Dadurch wird zusätzlich verhindert, dass durch das Einhämmern der Ringkante 34 in den Ventilsitz 9 die hydraulisch vom Kraftstoff im Druckraum 19 beaufschlagte Fläche verändert wird und dadurch eine Änderung des Öffnungsdrucks bewirkt.

[0014] In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei derselbe Ausschnitt wie in Figur 2 dargestellt ist. Der Ventilsitz 9 reicht hierbei bis zur Wand der Bohrung 3. Die erste Ringnut 36 ist in gleicher Weise wie die zweite Ringnut 38 ausgebildet, jedoch weist sie eine größere Tiefe auf und umfasst einen größeren Bereich des Ventilsitzes 9. Die Anlagefläche 10 wird wiederum durch die beiden Ringnuten 36,38 begrenzt, wobei durch die relativ große erste Ringnut 36 sichergestellt ist, dass diese stets mit dem Druckraum 19 hydraulisch verbunden bleibt.

[0015] Der Öffnungswinkel des Ventilsitzes 9 beträgt etwa 55° bis 65° , vorzugsweise etwa 60° . Die entsprechenden Differenzwinkel d_1 und d_2 zu den konischen Flächen 30,32 der Ventildichtfläche 7 betragen wenige Grad, vorzugsweise $0,5^\circ$ bis 3° .

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung

(3) eine kolbenförmige Ventilnadel (5) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei zwischen der Ventilnadel (5) und der Wand der Bohrung (3) ein mit Kraftstoff befüllbarer Druckraum (19) angeordnet ist, aus dem Kraftstoff wenigstens einer am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Einspritzöffnung (11) zufließen kann, und mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten konischen Ventilsitz (9), mit dem die Ventilnadel (5) mit einer an ihrem brennraumseitigen Ende ausgebildeten Ventildichtfläche (7) zur Steuerung der wenigstens einen Einspritzöffnung (11) zusammenwirkt, wobei an der Ventildichtfläche eine erste konische Fläche (30) und eine zweite konische Fläche (32) ausgebildet sind, wobei die erste konische Fläche (30) einen Öffnungswinkel aufweist, der kleiner als der Öffnungswinkel des Ventilsitzes (9) ist, welcher wiederum kleiner als der Öffnungswinkel der zweiten konischen Fläche (32) ist, und dass zwischen den beiden konischen Flächen (30; 32) eine Ringkante (34) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ventilsitz (9) eine in einer Radialebene der Bohrung (3) verlaufende erste Ringnut (36) ausgebildet ist und eine stromabwärts der ersten Ringnut (36) und parallel zu dieser angeordneten zweiten Ringnut (38).

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringkante (34) in Schließstellung der Ventilnadel (5) innerhalb der zweiten Ringnut (38) liegt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Differenzwinkel (d_2) der zweiten konischen Fläche (32) mit dem konischen Ventilsitz (9) größer ist als der Differenzwinkel (d_2) zwischen der ersten konischen Fläche (30) und dem Ventilsitz (9).
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ringnut (36) als Flachsenkung der Bohrung (3) ausgebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungswinkel des konischen Ventilsitzes (9) zumindest näherungsweise 60° beträgt.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspritzöffnungen (11) stromabwärts der zweiten Ringnut (38) in den Ventilsitz (9) münden.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ringnut (36) stets mit dem Druckraum (19) hydraulisch verbunden ist.

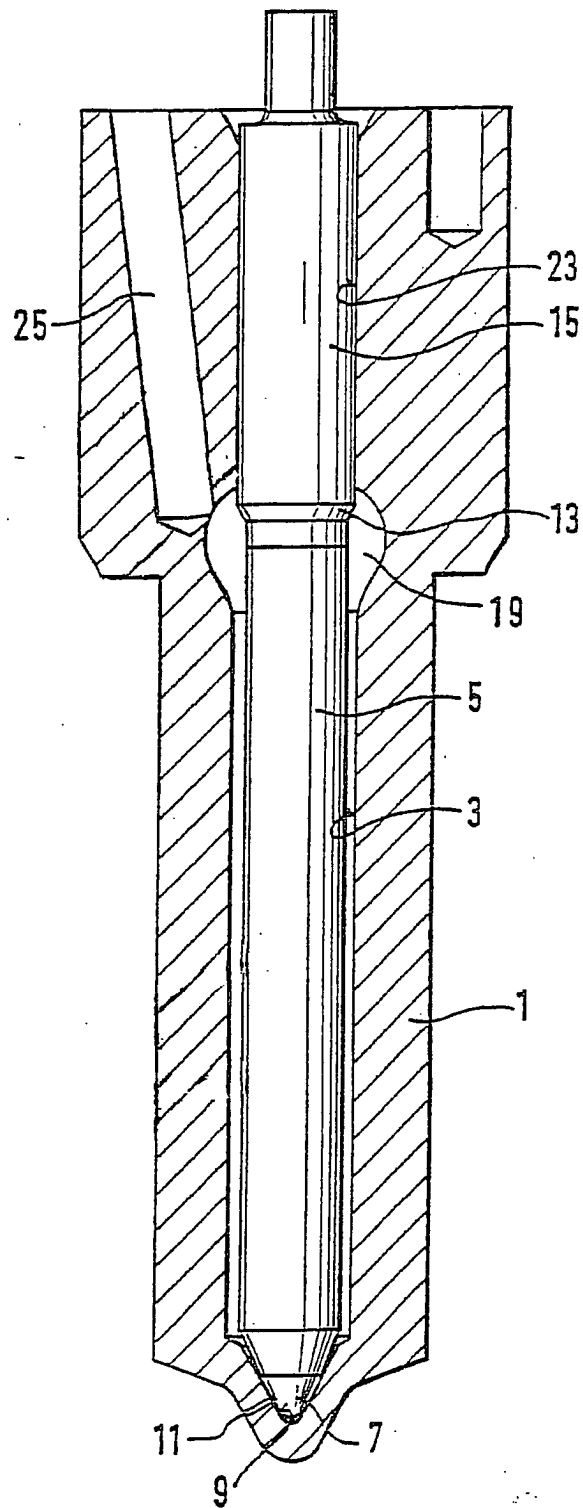


FIG. 1

